



RIETI Discussion Paper Series 02-J-018

日本経済の情報化と生産性に関する米国との比較分析
IT investment and productivity growth of Japan economy
and comparison to the United States

元橋 一之
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

日本経済の情報化と生産性に関する米国との比較分析
IT investment and productivity growth of Japan economy
and comparison to the United States

元橋 一之
一橋大学イノベーション研究センター &
経済産業研究所

2002 年 10 月

要旨

1975 年から 2000 年までの日本経済の成長要因について成長会計分析を行い、マクロレベルで見た情報化の進展と生産性の動向に関する分析を行った。日本経済の成長率は 1990 年代に入って大きく落ち込んだが、1990 年代後半は、資本ストックに占めるコンピュータやソフトウェア等の情報化関連資本の割合が急速に上昇するとともに、全要素生産性の伸び率の上昇が見られた。また、本分析においては、米国における Jorgenson 等による研究成果と比較可能なデータベースを構築し、共通のフレームワークを用いて日米比較を行った。1990 年代後半の推計結果を見ると、日本における経済成長に対する情報化関連ストックの寄与度は米国の半分程度であるが、全要素生産性の伸び率についてはほぼ同レベルであることが分かった。更に、成長会計分析の結果について、資本ストックの推計方法やコンピュータ等の情報化関連財における価格指数に関する影響度分析を行い、1990 年代後半の日本経済における情報化の進展と全要素生産性の伸び率は、推計方法やデータによらずロバストな結果であることを示した。

JEL Classification: O30、O47、O53

本論文はハーバード大学ジョルゲンソン教授との情報化と生産性に関する共同研究プロジェクトの一環として作成されたものであり、ジョルゲンソン教授からは研究の内容について数々の貴重はご示唆を頂いている。また、経済産業研究所のリサーチセミナーにおいて、青木所長をはじめ参加者から貴重なコメントを頂いた。更に、データの作成については経済産業研究所のリサーチアシスタントである戸田氏のサポートを得て行った。ここに感謝の意を表したい。

1. はじめに

90年代米国において見られたインフレなき長期的経済成長は、情報技術の進展によって経済構造が大きく変化したことによるものとするニューエコノミー論の一方で、2000年後半以降、情報化投資の急激な落ち込みと米国経済の後退を根拠に90年代の隆盛はITバブルであったという見方も存在する。好調であった米国とは対照的に、1990年代の日本経済は、バブル経済の崩壊後芳しくない状況が続いてきた。経済のパフォーマンスで見ると90年代の日本の平均GDP伸び率は1.4%と振るわなかったことは事実であるが、企業の情報化投資は旺盛で、企業の生産性向上に貢献したのではないかとの指摘もある。情報化投資が経済に与える構造的な影響の度合いは、日米両国の中長期的な経済発展の鍵を握っているといっても過言ではなく、特に一国経済全体の効率性を示すマクロで見た生産性との関係について、正確なデータに基づいて検証することは重要な課題である。

米国においては、この問題に対して商務省が毎年“Digital Economy”（最新のものとしてはUS DOC(2002)）の中で取りあげており、Oliner and Sichel (2000)やJorgenson and Stiroh (2000)等の分析結果で見ても、1990年代後半以降の労働生産性の大幅な上昇は、情報化投資によってその相当部分が説明されることが分かっている。日本における同種の研究を見ても、90年代の企業の旺盛な情報化投資はやはりマクロ経済で見た労働生産性の向上に貢献しているとされている。（経済企画庁調査局(2000)）

このように情報技術の進展が、日米両国の経済に対して無視できない影響を与えていることは明らかであるが、その影響の度合いはどの程度異なるのであろうか。米国におけるデルコンピュータやウォルマートはITを活用した先端的ビジネス事例として紹介されることが多く、それに対して、日本の大企業は情報システムを十分使いこなしていないという議論がされることは多いが、日米両国について厳密な定量的比較研究は行われていないのが事実である。

日米両国において情報化と生産性の関係について比較分析を行うためには、まず両国の統計の違いを補正することから始める必要がある。特に93SNAにおいて設備投資とすることが勧告されているソフトウェアについては、日米両国においてその取り扱いが大きく異なり、また価格指数の算出方法の違いが与える影響も無視できないという指摘もある。更に、分析の手法によってその結果は大きな影響を受けることが分かっている。日米を含んだOECD諸国の政府統計に基づいた比較分析がOECDによって行われているが、その中でもこれらの統計上の問題について言及されている。（OECD(2001)）

そこで本稿においては、マクロ経済で見た情報化と生産性の関係について厳密な日米比較を行うために、まず米国の国民所得統計（NIPA）と統合的な日本のデータの開発を行った。また、情報化と生産性に関する分析のフレームワークとしては、家計や政府部門における情報化投資の影響も加味したJorgenson (2001)による手法を用い、同研究結果との比較を可能にしている。更に、情報化と生産性の関係について国際比較を行う

際に留意すべき統計上の問題や分析手法に関する論点を整理するとともに、影響度分析を行い推計結果の頑強性に関する検証を行った。

以下、まず、情報化と生産性の関係について分析するための理論的なフレームワークである成長要因会計と資本サービスの計測方法に関する理論について紹介し、その後情報化関連資本ストックに着目した資本サービスに関する分析結果及び情報化と生産性の関係に関する分析結果を示す。また、TFPの算出方法や日米における物価指数の違いについて影響度分析を行うことによって、本研究による分析結果の頑強性の検討を行い、最後に結論を述べる。

2. 理論的フレームワーク

(1) 成長要因会計

情報化投資の生産性に与える影響について分析する際に用いられるフレームワークは成長要因会計(Growth Accounting Method)と呼ばれる。つまり、経済成長を労働や資本といった生産要素の投入寄与度と全要素生産性の伸びに分解することによって、情報化関連ストックが経済成長や労働生産性に与える影響について分析する方法である。

アウトプットを付加価値額、生産要素を資本と労働とした場合、成長要因会計の基本的な式は以下のとおりである。¹

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = s_K \frac{\dot{K}}{K} + s_L \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{\phi}}{\phi} \quad (1)$$

ここで、Y:付加価値、K:資本ストック投入、L:労働投入、 ϕ :全要素生産性で、Sは、K,Lそれぞれの生産要素の付加価値に占める名目シェアを示す。情報化関連ストックの分析については、Kを更に情報化関連ストック(K_i)とその他のストック(K_o)に分解し、K_iのYに対する伸び率の寄与度によって、当該資本ストックの経済的な影響を評価する。

ここで、コブダグラス型の生産関数を仮定すると、労働生産性は以下のとおり、資本深化度(capital deepening)と全要素生産性の伸びに分解することができる。

$$\frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} = s_K \left(\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \right) + \frac{\dot{\phi}}{\phi} \quad (2)$$

資本深化項については、更に情報化投資によるものとその他の投資によるものに分解することができるので、労働生産性の伸びを以下のように分解することもでき、実証研究としてこのモデルを用いたものも多い。

$$\frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L} = s_{K-IT} \left(\frac{\dot{K}_{IT}}{K_{IT}} - \frac{\dot{L}}{L} \right) + s_{K-noIT} \left(\frac{\dot{K}_{noIT}}{K_{noIT}} - \frac{\dot{L}}{L} \right) + \frac{\dot{\phi}}{\phi} \quad (3)$$

成長要因会計の理論的展開と国民所得統計を用いた実証分析については、Robert

¹ より一般的な方法として、アウトプットを生産額とし、その生産要素として資本、労働及び中間投入(エネルギーや原材料等)とするものもある。

Solow による数々の論文 (Solow(1957), Solow(1966)等) によって集大成され、生産関数理論との整合化が行われた。すなわち、ある経済主体の生産量 (Y) が資本 (K) と労働 (L) による生産関数: $Y=f(K,L)$ によって与えられるとすると、式(1)における S_K 、 S_L はそれぞれ資本、労働の限界生産力 ($\frac{\partial F}{\partial K}$ 、 $\frac{\partial L}{\partial K}$) で与えられる。ここで、当該経済主体が完全競争下で生産活動を行っているとは仮定すると、生産関数 f が 1 次同次関数であればその形状によらず、資本、労働の限界生産力はそれぞれ資本、労働のファクターシェア ($\frac{p_K K}{pY}$ 、 $\frac{p_L L}{pY}$) に一致するのである。² なお、生産関数 f が収穫逓増法則に従ったり、製品市場が完全でなく超過利潤が発生する場合には、ファクターシェアによる式 (1) の分解は正確なものではなくなる。しかしながら、(1) の成長要因分解は、ミクロ経済学的な理論とも整合的なものであり、現実経済を理解するためのベンチマーク推計としての意義は大きい。

(2) 資本サービス投入に関する理論

成長会計分析を行うための労働投入については、L は総労働量 (労働総時間)、PI は平均賃金という市場において観察されるデータを用いることができるが資本サービスの投入については Jorgenson による資本サービス価格 (Jorgenson (1963)等) に関する理論による定式化が必要である。以下、資本ストック (K) 及び資本レンタル価格 (Pk) のそれぞれについて理論的なフレームワークを示す。

まず、ある時点 t における資本ストック K_t は、それ以前に購入された資本財 (A_{t-v} : $v=0, 1, 2, \dots$) によって形成されているものであり、資本財のビンテージ (v) によってその資本サービスの効率性 (dv) が異なることから、 K_t は以下のとおり書き表すことができる。

$$K_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} d_{\tau} A_{t-\tau} \quad (4)$$

また、ビンテージ毎の効率性の減衰率 $m_t (= -(dt-dt-1))$ を導入すると、資本ストックの差分は以下のとおりとなる。

$$K_t - K_{t-1} = A_t + \sum_{\tau=1}^{\infty} (d_{\tau} - d_{\tau-1}) A_{t-\tau} = A_t - \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} A_{t-\tau} = A_t - R_t \quad (5)$$

ここで、 R_t は、資本財のビンテージ毎の効率性減衰パターン (age-efficiency profile) に基づく、資本ストックの減衰量 (または replacement requirement) である。なお、ビンテージが高まることに効率性が一定比率 () で減少していくパターンの場合、以下の方法で、資本ストックを計算することができる。

² ここで、 pY が名目付加価値額、 pK は資本レンタル価格、 pL は労働サービス価格 (賃金)。詳細については黒田(1989)参照。

$$K_t = A_t + K_{t-1} - R_t = A_t + (1 - \delta)K_{t-1} \quad (6)$$

このように資本ストックは、過去に投資された資本財の系列を資本サービスの効率性のウェイトをかけて、積み上げていくことによって推計される。その一方で、当該資本ストックを使用する際のコストである資本レンタル価格 (Pk) については、市場で観察される資本財の価格 (PA) が将来の資本レンタル価格の総和と等しくなるという資本市場の裁定条件から導かれる。

すなわち、資本財価格は以下のとおり定式化できる。³

$$q_{A,t} = \sum_{\tau=0}^{\infty} d_{\tau} q_{K,t+\tau+1} \quad (7)$$

ここで、qA、qK は、それぞれ資本財の購入価格 (PA)、資本レンタル価格 (Pk) の T=t 時点の現在価値で評価したものである。つまり、r を利子率とした時に

$$q_{K,t+\tau+1} = \left(\prod_{s=1}^{\tau+1} \frac{1}{1+r_{s+t}} \right) p_{K,t+\tau+1} \text{ であることに留意されたい。}$$

(7) 式を時間で差分をとると

$$q_{A,t} - q_{A,t-1} = -q_{K,t} - \sum_{\tau=1}^{\infty} (d_{\tau} - d_{\tau-1}) q_{K,t+\tau+1} = -q_{K,t} + \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} q_{K,t+\tau+1} = -q_{K,t} + q_{D,t} \quad (8)$$

ここで、qD,t は t 時点における資本財の減価償却 (age-price profile) である。これを現在価値に割り引かれる前の価格に戻して、pK を求める式に変換すると

$$p_{K,t} = r_t p_{A,t-1} + p_{D,t} - (p_{A,t} - p_{A,t-1}) \quad (9)$$

すなわち、資本レンタル価格は、購入費用分の利子所得と当該資本財の減価償却費を加えたものから当該資本財のキャピタルゲインを引いたもの (資本投資が行われるための裁定条件) となる。また、資本の減価償却率が一定の場合 ($p_{D,t} / p_{A,t-1} = \delta$)、資本レンタル価格は、以下のとおりとなる。

$$p_{K,t} = (r_t + \delta - \frac{p_{A,t} - p_{A,t-1}}{p_{A,t-1}}) p_{A,t-1} \quad (10)$$

例えば減価償却率が高いと投資をより短い時間で回収しないといけなくなることから、資本レンタル価格はより高くなる。また、資本財価格が低下している資本ストックについては、将来にキャピタルロスが発生することが予想されるためやはり資本レンタル価格はより高くなる。このように資本財の価格が同じでも、減価償却率や資本財価格の変化率によって資本レンタル価格は異なることに留意することが必要である。

³ なお、ここでは税制の影響を考えないベンチマークケースとして議論を進める。後ほど述べるように実証分析においては資本ストックの所有主体毎に税制の影響を勘案したモデルによって推計を行っている。

(3) 資本サービスの集計の問題

減価償却が定率で行われる場合、資本ストック(K)は式(6)で資本サービス価格は式(10)で与えられることが分かったが、これらはコンピュータや生産設備といった資本ストックの種類によってそれぞれ求められ、最終的にこれらをマクロで見た資本サービス投入として集計しなければならない。また、情報化関連ストックの経済成長に対する寄与を算出するためには、情報化関連ストックと非情報化関連ストックのそれぞれの集計値を求める必要がある。ここでは、Ho, Jorgenson and Stiroh (1999)に従って、資本サービスの集計の問題について整理する。

資本サービス全体の経済成長に対する貢献度は、 $\left(\frac{p_k K}{pY}\right) \frac{\dot{K}}{K}$ であるが、 $\frac{\dot{K}}{K}$ は、個々の

資本財別の資本ストックである $\frac{\dot{K}^i}{K^i}$ を何らかの形で集計したものであるが、その際のウェイトとして何を用いるかによって集計量として持つ意味が異なる。その際のウェイトとしては、そもそも資本サービス額の考え方が、資本ストック(K)という資本サービスを供給するための物理的な量にそれを活用するための単位コストである資本レンタル価格(P_k)を乗じたものであることから、それぞれの財における当該資本サービス額のシェアを用いることが適当である。これを離散型ディジビア指数で表すと以下のとおりとなる。

$$\ln\left(\frac{K_t^{PK}}{K_{t-1}^{PK}}\right) = \sum_i \bar{v}_{i,t} \ln\left(\frac{K_{i,t}}{K_{i,t-1}}\right) \quad (11)$$

ここで、 $\bar{v}_{i,t} = \frac{1}{2}(v_{i,t-1} + v_{i,t})$ 、 $v_{i,t} = \frac{P_{k,i,t} K_{i,t}}{\sum_i P_{k,i,t} K_{i,t}}$ である。

また、各期の資本ストックの経済的価値はその期の資本財価格(PA)によって評価することができることから、資本ストック額を示す集計量として、以下のとおり資本財価格によるシェアで集計したものも考えられる。

$$\ln\left(\frac{K_t^{PA}}{K_{t-1}^{PA}}\right) = \sum_i \bar{w}_{i,t} \ln\left(\frac{K_{i,t}}{K_{i,t-1}}\right) \quad (12)$$

ここで、 $\bar{w}_{i,t} = \frac{1}{2}(w_{i,t-1} + w_{i,t})$ 、 $w_{i,t} = \frac{P_{A,i,t} K_{i,t}}{\sum_i P_{A,i,t} K_{i,t}}$ である。

最後に資本ストック量を単純集計したものとして以下の集計量を与えることができる。

$$\ln\left(\frac{K_t}{K_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{\sum_i K_{i,t}}{\sum_i K_{i,t-1}}\right) \quad (13)$$

これは資本ストック量を示す集計値であり、(13)と(11)または(12)との差は、資本ストックの品目構成の変化に伴う質の変化を表すものといえることができる。1990年代後半から進んだ旺盛な情報化投資によって我が国における資本ストックの品目構成は大きく変化していき続けていることが考えられるが、次節においてはこれらの指標から資本ストックの質の変換を定量的に議論することとする。

3. 資本ストックと資本サービスに関する定量的分析

(1) 資本財品目別データ

資本ストックと資本サービスの分析を行うためには、まず資本財別の投資額データと資本財価格データを作成することが必要である。ここでは1970年と1973年～2000年における品目分類による時系列データを作成した。⁴ また、資本レンタル価格に関する(11)式は、税制構造を考えないベンチマークケースであるが、実際は税制の影響を考慮する必要がある。従って、税制の取り扱いが異なる公的部門と企業部門は別々に推計することが必要である。また、本研究においては公的部門や企業部門だけではなく家計部門も含めたマクロに見た情報化投資の分析を行うことを目的としていることから、企業部門、公的部門、家計部門のそれぞれについてデータの作成を行った。

資本サービス投入に関する実証的分析を行うためには、なるべく詳細は品目分類に従ったデータを基に行うことが必要である。前節において見たように、資本サービス投入は資本ストック量の単純集計とは異なり、資本ストックにおける品目構成が変化することによる質の変化についても勘案することが必要である。詳細な品目分類に従ってデータをベースに集計することにより、資本サービス投入の質の変化に関する集計をより正確に行うことができる。また、米国との比較分析を厳密に行う意味でも、情報化投資の定義についてなるべく詳細は財別分類まで降りて、品目の対応関係を調べるのが重要である。更に、技術革新の早い情報化関連財については、大幅に価格が下落していることが観察されているが、WPIやCPI等の既存の物価指数が品質の向上による価格下落効果を十分に反映していないのではないかという指摘が存在する。⁵ 本研究においてはこのような物価指数のバイアスによる情報化投資や生産性への影響についても分析を行っているが、このような分析を行う際にも品目分類の細分化の意義は大きい。

日本において詳細な品目別の投資系列に関するデータベースを整備するためには、産

⁴ 分析に用いたのは1975年からのデータであるが、後述するように資本ストックの初期値を与える関係でそれよりも前のデータから整備している。

⁵ 品質の変化と物価指数との関係についての議論を整理しかつWPIにおける当該問題に対する取り組みについて取りまとめたものとしては日本銀行(2001)を参照。

業連関表を用いることが有効である。日本の産業連関表は5年置きに500分類以上の詳細は分類に基づく基本表が作成されているほか、基本表をベースにした毎年の延長表、300部門程度の共通分類で3時点の基本表を接続した接続表が存在する。産業連関表において資本財を算出する行部門のそれぞれにおいて、公的資本形成、民間資本形成が当該財の公的部門、民間部門における設備投資を、家計消費が当該財の家計部門における耐久消費財投資を示す。品目別投資額のデータについては、このような産業連関表におけるデータをベースとして、その他各種統計を用いて約80品目の財分類に従った時系列データを作成した。

また、投資系列の実質化や資本サービス価格を算出するための資本財価格データについては、WPI(耐久財の個人消費についてはCPI、ソフトウェアについてはCSPI)をベースとしてデフレータを作成した。産業連関表の接続表や延長表においては、名目表の他、基準年の価格で評価した実質表も整備されており、これらの両表からインプリシットなデフレータを求めることもできるが、このデータは部門内のプロダクトミックスの影響を受けたものとなっている。その一方で部門内の品目構成を一定としたラスパイレズ指数であるWPIを用いることによって、プロダクトミックスの影響を受けないquality constantなデフレータを作成することが可能である。ただし、WPIは5年毎に基準改定が行われ、品目系列や統合分類における品目ウェイトは入れ替わっている。また、WPIやCPIとの対応が十分に取れない品目については産業連関表に基づくインプリシットなデフレータを用いているものも存在する。

資本財品目別の投資額データ及び資本財価格データの分類や作成方法の詳細については別紙1を参照されたい。

(2) ソフトウェアを中心とする情報化投資系列の作成

米国の国民所得統計(NIPA: National Income and Product Account)においては、四半期毎に資本財別の設備投資額を名目額及び実質額で公表している。Jorgenson(2001)やOliner and Sichel(2000)はこのNIPAの資本財別設備投資額のうち'Computer and equipment'、'Software'及び'Communication equipment'を情報化関連投資として分析に用いている。本研究では、これらの米国における分析事例と比較可能な分析を行うため、上記のNIPAによる項目に該当する資本財を情報化関連投資とした。具体的には、'Computer and equipment'には「電子計算機本体(95年10分類:3311011)」と「電子計算機付属装置(3311021)」が対応しており、'Communication Equipment'には「テレビ・ラジオ(3211021)」、「ビデオ(3211031)」、「有線通信機器(3321011)」及び「無線通信機器(3321021)」が対応している。

このようにハードウェアについては既存の産業連関表データを用いることによって、米国NIPAと比較可能な情報化投資データが入手可能であるが、ソフトウェアについては、日米間の比較を行う際に定義の違いに留意することが必要である。ソフトウェアは

パッケージソフト、受注ソフト、自社開発ソフトの大きく3つに分類することができるが、米国のNIPAにはすべての種類のソフトウェアが資本財として算入されている。その一方で日本のGDP統計は、93SNAベースのデータについては受注ソフトの開発は設備投資として取り扱われているが、それ以外の種類のソフトウェアについてはGDP統計への算入は行われていない。したがって、ここでは米国の定義に併せて、パッケージソフトと自社開発ソフトに関する投資系列についても新たにデータを作成した。

まずパッケージソフトについては、産業連関表において中間投入として取り扱われているので、基本的には産業連関表のデータから公的、民間資本形成についてデータを算出することが可能である。ただし、受注ソフトに関する公的、民間資本形成のデータとしては85-90-95年接続産業連関表によって85年から存在するが、それ以前の産業連関表においては、そもそもソフトウェアという行分類が存在せず、より概念の広い「情報サービス」としてパッケージソフトと受注ソフトの両方が含まれた中間投入として取り扱われている。そこで、受注ソフトとパッケージソフトについては、比較的詳細な統計が入手可能である特定サービス産業実態調査を用いて推計を行った。

なお、自社開発ソフトについては日本の産業連関表や国民所得統計において明確に取り扱われておらず、特定サービス産業実態調査等の各種統計にもデータは存在しない。従って、NIPAにおける推計方法と同様の方法で推計を行った。具体的には、情報サービス部門以外の企業におけるソフトウェア従業員の人件費をベースとして推計を行う。受注ソフト及びパッケージソフトも含めたソフトウェア投資の推計方法の詳細については、別紙2を参照されたい。

最後に家計部門における耐久消費財における情報化関連財であるが、Jorgenson(2001)においてはNIPAのPCE(Private Consumption and Expenditure)における'Computer and Software'を用いている。これに対応する産業連関表の部門は「電子計算機本体(95年10分類:3311011)」、「電子計算機付属装置(3311021)」、「有線通信機器(3321011)」、「無線通信機器(3321021)」及び「ソフトウェア(8512011)」である。なお、ソフトウェアについては家計部門の消費はパッケージソフトのみであるが、特定サービス産業実態調査のデータも活用して推計を行った。(詳細は別紙2参照)

(3) 推計結果

前節で示した理論的フレームワークに基づいた資本サービス投入に関する推計結果を示す前に、具体的な推計にあたっての方法論に関して2点言及しておきたい。

まず、資本ストックの推計に関して、資本財価格データによって実質化された投資額系列と資本財毎の減価償却率(BEAによる資本財別耐用年数を活用)を用いて式(6)による推計を行う際に、資本ストックの初期値が必要となる。日本においては1970年まで数回資本ストック額に関する大規模な国富調査が行われており、この調査結果を使うことも考えられるが、同調査においては詳細な資本財別ストックに関するデータは存

在しない。従って、今回は次の方法により初期値を推計した。

推計初期値を 1973 年末で与えることとし、その際に当該資本財の実質投資額が 1970 年から 73 年までの年間伸び率で、過去もずっと伸びてきたと仮定する。そうすると初期値における資本ストック額は、初期値における投資額の等比級数となる。ちなみに 1970 年から 73 年の年平均伸び率を g^i とすると 1973 年における資本ストック額 (K) は 1973 年における投資額 (A) を用い以下のとおり定式化できる。

$$K^i = A^i + \left(\frac{1-\delta^i}{1+g^i}\right)A^i + \left(\frac{1-\delta^i}{1+g^i}\right)^2 A^i + \left(\frac{1-\delta^i}{1+g^i}\right)^3 A^i + \dots \quad (14)$$

よって 1973 年の資本ストックの初期値は以下のとおり与えられることとなる。

$$K^i = \frac{A^i}{g^i + \delta^i} \quad (15)$$

なお、本研究の最終的な分析期間は 1975 年～2000 年としているが、情報化投資のインパクトを見るために主に 1990 年代の動向を見ることを目的としている。この方法によって求められた資本ストックの初期値に関する誤差は、15 年以上経過した 1990 年代には相当小さくなっているものと考えられる。

次に資本レンタルサービス価格であるが、式 (10) は税制の影響を考えないベンチマークケースであり、実際は企業等の投資行動は法人税や固定資産税等各種税制の影響を受けるのでもう少し複雑な式となる。例えば、法人税の影響を考えると、法人税率を u とすると、式 (7) において将来のレンタルサービスによる収入は法人税分割り引かれることとなるので、以下のようなになる。

$$q_{A,t} = (1-u) \sum_{\tau=0}^{\infty} d_{\tau} q_{K,t+\tau+1} \quad (16)$$

これを前節と同様に展開すると、式 (10) については以下のとおり変形される。

$$p_{K,t} = \frac{1}{1-u} \left(r_t + \delta - \frac{p_{A,t} - p_{A,t-1}}{p_{A,t-1}} \right) p_{A,t-1} \quad (17)$$

また、これに固定資産税 (税率:) が加わるとすると資本ストックの時価評価額が課税ベースとなり、税金がそのまま資本コストの上昇となるので、式 (17) は以下のとおりとなる。

$$p_{K,t} = \frac{1}{1-u} \left(r_t + \delta - \frac{p_{A,t} - p_{A,t-1}}{p_{A,t-1}} \right) p_{A,t-1} + \kappa p_{A,t-1} \quad (18)$$

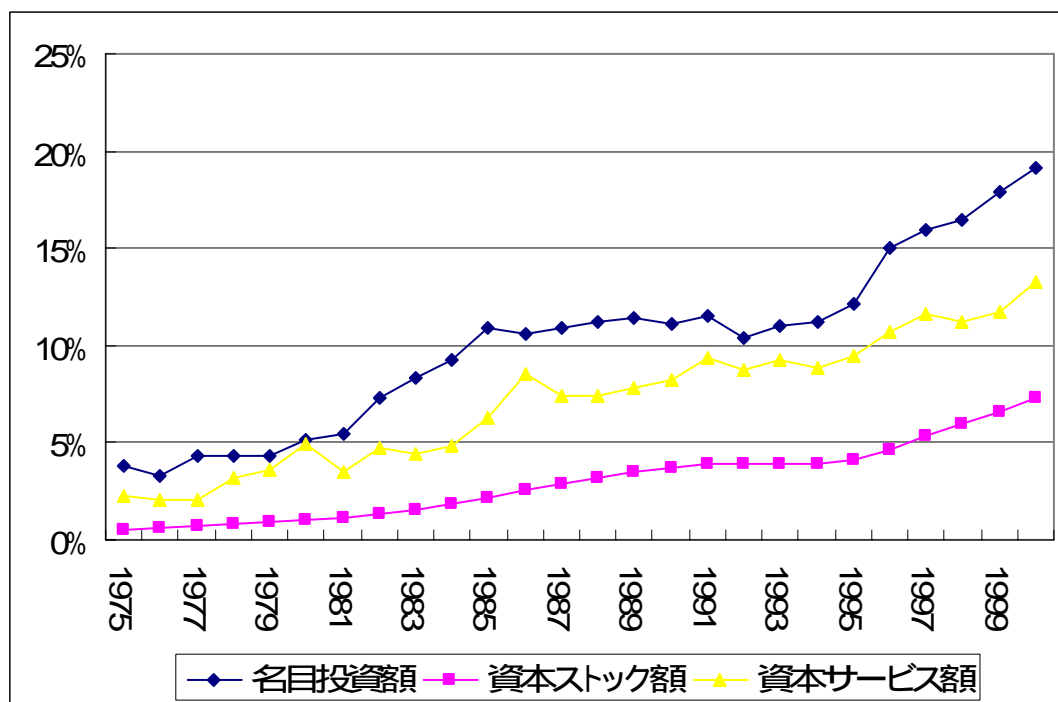
野村(1998)は、法人税や固定資産税の他、事業税、自動車取得税等の取得税、特別償却精度や引当金による影響など、各種税制上の影響を勘案した資本レンタル価格について、資本財別に与えている。本研究においては、野村(1998)による資本レンタル価格をベースに、影響の少ない税制上の制度については簡略化したものを用い、公的部門、家計部門、企業部門のそれぞれについて資本レンタル価格の推計を行った。なお、それ

それぞれについての具体的な算式については別紙3を参照されたい。

このような推計の課程を経て得られた結果としては、2000年末の資本ストック総額（95年価格）は約1,342兆円で、そのうち情報化関連ストックは約108兆円（総額に占める割合は約8%）となった。一方、2000年の資本サービス投入額は約228兆円であり、そのうち約33兆円（総額に占める割合は約14%）が情報化関連ストックによる資本サービス額である。情報化関連ストックは、比較的耐用年数が短く価格が低下していることから式（10）で表される資本レンタル価格が高くなり、資本サービスに占める割合の方が、資本ストックによるものよりも大きくなっている。

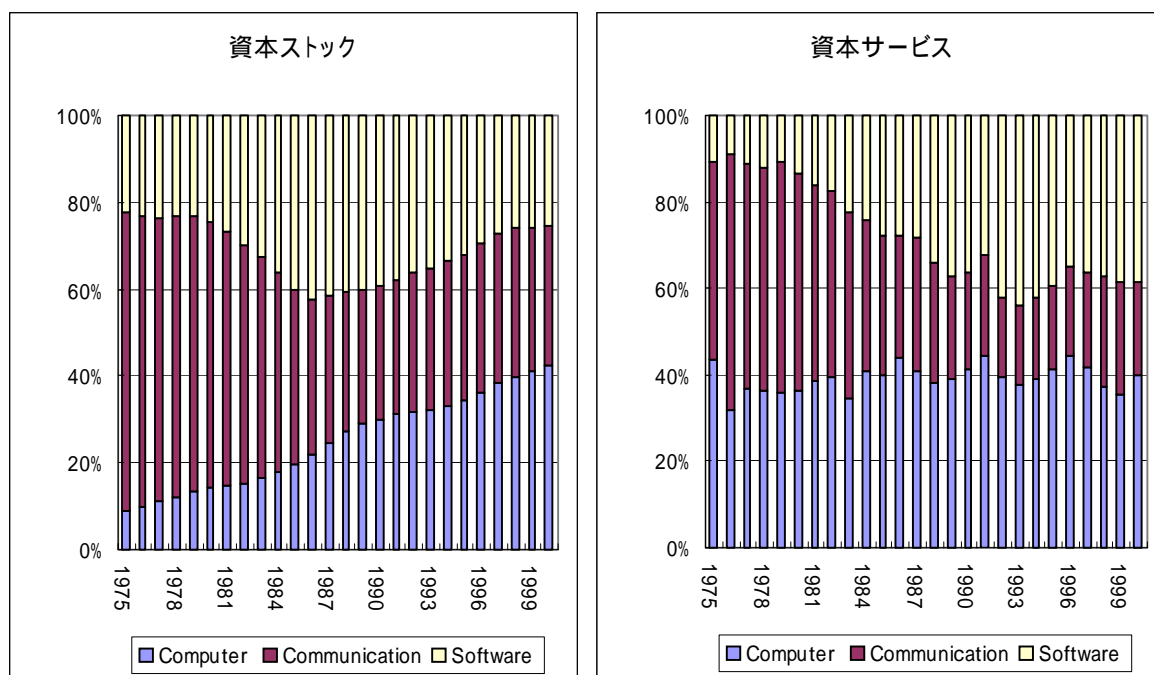
また、図1は名目投資額、資本ストック、資本サービスに占める情報化関連財の割合の推移を示したものである。名目投資額における情報化関連財の割合は1990年代後半以降急激に上昇しており、2000年には20%近くに達している。それに伴って情報化ストック比率も1996年以降伸び率が高くなっている。資本サービス額については、資本財価格や利子率によって資本レンタル価格が変化するので変動が大きくなるが、資本ストックのように90年代後半における伸び率の上昇は見られず、1980年代から着実に上昇してきている。

図1: 情報化投資の推移



また、図2は情報化関連財に占めるコンピュータ、通信機器、ソフトウェアの割合を資本ストックと資本サービスについて見たものである。資本ストックについてはコンピュータの割合が着実に上昇しており、2000年末においては全体の40%を超えている。その一方でソフトウェアの割合が低下している。資本サービスについて見るとコンピュータの割合は40%程度でほぼ安定しており、80年代にソフトウェアの割合が上昇し、最近ではシェアが安定している。コンピュータについては技術革新に伴う質の向上が著しく、ソフトウェアや通信機器と比較してキャパシティ（処理能力）という観点からシェアの上昇が見られる。その一方で資本サービス投入という経済活動の対する貢献という意味では、むしろソフトウェアの方がシェアを伸ばしてきた。ただし、後ほど詳しく分析するようにコンピュータについてはデフレーターとして用いたWPIが質の向上を勘案したHedonic法を用いていることに対して、CSPIのソフトウェアは自社開発ソフトのコスト指数となっており、ソフトウェアの技術革新を反映したものとなっていない。図2におけるコンピュータとソフトウェアの構成比の違いはこのような物価指数の問題も影響しているものと考えられる。

図2：情報化関連資本ストックと資本サービスの構成の推移



2000年末のマクロで見た資本ストック（1995年価格）をその所有主体別に見てみると、総額1,332兆円のうち企業部門が約940兆円（総額に占める割合：71%）、公的部門が285兆円（同21%）、家計部門が107兆円（同8%）となっている。そのうち情報化関連ストックは、企業部門が約77兆円（情報化比率：8%）、公的部門が約10兆円（同4%）、家計部門が約16兆円（同15%）となっており、家計部門の情報化比率が圧倒的に高く

なっている。なお、家計部門の耐久消費財に占める情報化ストックの比率は1995年までは5%以下であったものが急激に上昇しており、パソコンや携帯電話の普及が急速に進んだことによるものと考えられる。

最後に資本ストック額と資本サービス額に関するデジピア指数から、それぞれにおける品目構成の変化と情報化関連財の貢献度について見る。表1は、式(11)～式(13)の資本ストック等の伸び率寄与度を1975年～1995年と1995年～2000年で比較したものであるが、すべての指標において1995年以降情報化関連ストックの寄与度が大きく上昇していることが分かる。例えば資本サービス額の伸び率は95年以前の年率6.48%から95年以降は2.80%と大幅に低下したものの、情報化関連資本サービスの寄与度は0.81%から1.69%と大幅に上昇している。資本サービス額指数が、品目別の資本ストックをそれぞれの資本レンタル価格をウェイトしてデジピア集計したものであるのに対して、資本ストック価値指数は資本財価格で評価した資本ストックのマーケットバリューを表したものである。資本ストック価値で見ると、情報化関連財は価格が低下しているものが多いので、資本サービス額よりも全体への寄与度は小さい。また、資本ストック量は資本ストック額の総和を示したものであり、資本サービスの寄与度との差をとると資本ストックの質に関する指標を得ることができる。95年以降については、情報化関連財において資本ストックの質の向上が見られるが、非情報化関連財について質の低下が見られる。これは、95年以前における資本ストックの質の向上は、そのほとんどが非情報化関連財の寄与によるものであること対照的である。95年以降は情報化関連財において比較的資本レンタル価格の高い資本財への投資が進んだ一方で、非情報化関連財についてはその逆の現象がおきていることを示している。

表1：資本サービスと資本ストックにおける情報化関連財の貢献度

	資本サービス額:式1		資本ストック価値:式1		資本ストック量:式13		資本ストック質(*)	
	1975-95	95-2000	1975-95	95-2000	1975-95	95-2000	1975-95	95-2000
総計	6.48%	2.80%	5.12%	1.89%	5.04%	2.11%	1.44%	0.70%
情報化関連	0.81%	1.69%	0.37%	0.77%	0.28%	0.86%	0.53%	0.83%
コンピュータ	0.45%	0.69%	0.18%	0.25%	0.10%	0.31%	0.36%	0.38%
通信機器	0.16%	0.23%	0.10%	0.17%	0.07%	0.18%	0.09%	0.05%
ソフトウェア	0.17%	0.37%	0.07%	0.14%	0.09%	0.13%	0.08%	0.24%
IT耐久諸費財	0.03%	0.41%	0.01%	0.21%	0.02%	0.24%	0.01%	0.16%
非情報化関連	5.66%	1.11%	4.75%	1.13%	4.76%	1.24%	0.90%	-0.13%

(*) 資本サービス額の寄与度-資本ストック量の寄与度

4. 情報化と生産性に関する推計

(1) 推計方法とデータ

ここでは、第2節の成長要因会計のフレームワークに基づいて行った情報化と生産性に用いた推計方法と分析結果を示す。分析方法については、経済成長要因を以下のように要因分解し、情報化関連ストックの寄与度を時系列的に観察した。

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = s_{K-IT} \left(\frac{\dot{K}_{IT}}{K_{IT}} \right) + s_{K-noIT} \left(\frac{\dot{K}_{noIT}}{K_{noIT}} \right) + s_L \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) + \frac{\dot{\phi}}{\phi} \quad (19)$$

なお、変数名は式(1)～式(3)と同じである。

式(19)の要因分解に用いる各種変数について一覧表にしたものが、表2である。まず、資本投入については、情報関連ストックと非情報間関連ストックに分割されるが、それぞれの資本ストック量と資本レンタル価格については第3節で求めたものを用いる。ただし、これらは資本ストックのうち償却資産のみについて推計を行ったもので、Jorgenson (2001) においても資本ストックの一部とされている土地と在庫ストックについては含まれていない。土地の資本ストック量についてはマクロでは一定とみなし、在庫ストックについてはSNAにおける実質在庫ストック額を用いた。また、これらの資本ストックの名目シェア(s_k)については1992年まではKEOデータ⁶による推計値を用い、93年以降は別紙3による推計式を用いて資本レンタル価格を求め、KEOデータの延長推計を行った。

労働投入については、1992年まではKEOデータによる労働投入量と名目シェア(s_L)を用いた。93年以降については、KEOデータの名目シェアをベンチマークとして、まずSNA1a表による雇用者所得の国民総生産に占める割合の変化率で名目シェアの延長推計を行った。更に、間接税を除く国民総生産額と労働投入のシェアから総労働投入額を求めることができるが、これを賃金センサスによる平均賃金で割ることによって労働投入量を算出した。

最後に生産額であるが、SNA2a表による実質国民総生産額に第3節で求めた家計部門における耐久消費財の資本投入額を加える。これは、Jorgenson (2001)においても取られている方法であるが、家計部門における耐久消費財の資本サービスは投入であると同時に産出であると考えられる方法である。現行のSNAの体系の中では、家計部門の持ち屋については帰属家賃計算を行いGDPの一部としてカウントしているが、それと同様の考え方を他の耐久消費財についても適用したものと考えることができる。

⁶ 慶応大学の黒田昌裕教授が中心になってとりまとめられた産業別の産業連関表、資本及び、労働に関するデータベース。詳細については慶応大学産業研究所(1996)参照。

表 2：成長要因分解に用いる変数一覧

	企業部門	公的部門	家計消費
資本（償却資産）	第 3 節推計結果 (資本財資本サービス投入)	第 3 節推計結果 (資本財資本サービス投入)	第 3 節推計結果 (耐久諸費財資本サービス投入)
資本（土地、在庫）	資本ストック量について、土地は変化なし、在庫は SNA 統計から推計。資本レンタル価格については、別紙 3 参照		-
労働	SNA 統計と平均賃金による労働投入推計		-
生産額	SNA 統計による GDP		耐久消費財資本サービスを加算

(2)推計結果と日米比較

成長要因会計による推計結果については、表 3 に示す。1975 年から 2000 年までの 5 年毎のアウトプットを労働、情報化資本、非情報化資本、TFP に分解し、情報化資本を更に、コンピュータ、通信機器、ソフトウェア及び家計部門における情報化関連ストックに分解したものである。アウトプットについては 1980 年代までは年率 3% 台～5% 台で伸びてきたものが、1990 年代に入って一気に 1% 台に落ち込んだ。その一方で 1990 年代前半には一旦落ち込んだ情報化資本の寄与は 1995 年以降大きく盛り返した。それと同時に注目すべき点は、1990 年代の前半から後半にかけてはアウトプットの伸び率が落ち込む一方で TFP の伸び率が上昇している点である。マクロ経済で見た TFP は、各産業における技術進歩や産業間の技術スピルオーバーによる経済外部効果等様々な影響を反映したものとなる。情報技術の進展が見られる IT 産業においては相当程度 TFP が上昇していることが考えられるが、それと同時に情報化投資を行ったユーザー産業においても生産性が上昇している可能性がある。マクロ経済で見た分析結果からはそのどちらの要因が大きいのかについて判断することはできないが、1990 年代後半から情報化資本ストックの寄与が高まり、かつ TFP についても伸び率が高まっている米国においてニューエコノミーと呼ばれる現象が日本においても観察されることは注目に値する。なお、情報化関連ストックの内訳について見てみると、公的部門や企業部門におけるコンピュータの寄与が大きいとともに、家計部門における IT 投資の寄与が 90 年代後半から急激に大きくなっていることが観察される。

表3：情報化関連資本に関する成長要因分析結果

	アウトプット	労働	情報資本	非情報資本	TFP
1975-80	4.59%	1.81%	0.13%	2.64%	0.01%
1980-85	3.25%	1.14%	0.31%	1.19%	0.60%
1985-90	5.14%	1.33%	0.41%	1.89%	1.52%
1990-95	1.69%	-0.04%	0.15%	1.01%	0.57%
1995-00	1.45%	-0.14%	0.51%	0.34%	0.74%

(情報化資本の内訳)

	コンピュータ	通信機器	ソフトウェア	家計IT
1975-80	0.07%	0.04%	0.02%	0.00%
1980-85	0.15%	0.06%	0.09%	0.00%
1985-90	0.25%	0.07%	0.08%	0.01%
1990-95	0.09%	0.03%	0.02%	0.02%
1995-00	0.21%	0.07%	0.11%	0.12%

本研究においては、情報化と生産性についての厳密な日米比較を行うために、情報化投資の定義等のデータ面での整合化を行うと同時に、分析のフレームワークについても Jorgenson (2001) における公的部門や家計部門も含めたマクロ経済における影響度分析を行う手法を用いた。表4は、本研究における日本の状況と Jorgenson (2001)による米国の状況を比較したものである。前述したとおり、日本においても米国と同様、1990年代後半以降、情報化関連ストックによる寄与が大きくなると同時に、TFPの伸び率が上昇している。ただ、1995年～2000年の情報化関連ストックの寄与度は、米国において1%程度であるのに対して我が国においては、0.51%と約半分となっている。また、米国経済は1995年以降、経済成長率が上昇している中でTFPの伸びが見られるのに対して、日本においては経済成長率が低下し、労働投入や非情報関連資本ストック投入の伸び率が大幅に低下するというデフレ的な状況下でTFPの伸びを実現している。また、情報化投資の内容について日米において異なる点は、日本におけるソフトウェアストックの寄与度の低さである。その一方で日本においては通信機器の寄与度が高くなっているが、これは家計部門における携帯電話に関する投資による影響が大きいことによる。企業部門については、日本は米国と比べて、総じて情報化投資に関しての遅れが見られる。

表4：情報化資本ストックの寄与度に関する日米比較

	Japanese Data			US Data (Jorgenson)		
	1975-90	1990-95	1995-00	1973-90	1990-95	1995-00
Gross Domestic Output	4.33%	1.69%	1.45%	2.88%	2.42%	4.12%
Contribution of IT Capital Services	0.28%	0.15%	0.51%	0.40%	0.48%	0.99%
Computers	0.16%	0.09%	0.24%	0.20%	0.22%	0.54%
Software	0.07%	0.02%	0.12%	0.08%	0.16%	0.28%
Communications Equipment	0.06%	0.04%	0.15%	0.12%	0.10%	0.17%
Contribution of non-IT Capital Services	1.91%	1.01%	0.34%	1.08%	0.64%	1.10%
Contribution of Labor Services	1.42%	-0.04%	-0.14%	1.15%	1.06%	1.35%
Total Factor Productivity	0.71%	0.57%	0.74%	0.25%	0.24%	0.68%

成長要因会計によって TFP はアウトプットの伸び率から生産要素の寄与度を差し引いた残差項として求められる。その解釈としては、生産要素の投入によらない純粋な経済効率の上昇を示すものということとなるが、現実的には各種統計上の誤差の影響を受けやすい指標である。また、成長要因会計は製品市場や生産要素市場の完全性を前提にしているため、市場メカニズムの歪みの影響を受けることとなる。例えば、景気変動によって生産要素の調整がスムーズに行われないうことにより、TFP も景気を同じ方向（プロシクリカル）に動くことが一般的に観察されている。Basu（1996）は、この TFP の景気順応的な動きは規模の経済性に基づく生産効率の変動によるものではなく、市場の歪みによる影響が TFP に現れているものであることを定量的に示した。このように TFP の伸び率については、用いられるデータや推計のタイミング、推計方法を十分理解したうえで解釈することが必要である。

今回の推計結果のうち特に重要となる 1990 年代の状況については、前半についてはいわゆるバブル経済の後退局面にあり、TFP は実際より低く出ている可能性がある。また、後半についてもデフレ的な状況にあり、少なくとも景気循環によって TFP がかさ上げされているということは考えにくい。また、1990 年代の TFP に生じる誤差に関する要因としては、資本ストックの一部である土地の影響を挙げることができる。今回の推計はマクロで見た生産性の動向を分析していることから土地のストック量は一定と仮定している。ただし、土地ストックは資本ストック全体の名目シェアの 2 割～3 割を占めており、土地のシェアの変動は資本ストックの寄与度に見えない影響を与え、ひいては TFP の推計結果にも影響を与えることとなる。特に 1990 年代は地価の下落が見られ、土地に関する資本レンタル価格が上昇することによって土地の名目シェアの上昇が見られた。ストック量が不変である土地の名目シェアが上昇すると他の資本ストックの動きによる寄与度が小さくなり TFP が上昇することとなる。具体的に影響の程度について分析するために、土地の影響を一切無視したケース（資本ストックは償却資産と在庫ストックのみであると仮定した場合）について TFP を計算すると 1990 年～95 年は 0.19%（土地ありのケースで 0.57%）の伸び、1995 年～2000 年は 0.51%（土地ありのケースで 0.74%）の伸びとなり、無視できない影響を及ぼしているものと考えられる。しかしながら、1990 年代後半の TFP 伸び率は低く見積もっても 0.51%ということとな

り、米国と比較してもそう遜色ない伸びということが言える。

TFP データのロバストネスにも関係するトピックスとして最後に情報化投資財の価格指数の問題について取り上げたい。技術革新が早い情報化投資財は、その品質の変化が激しいことから、物価指数を算出するために従来型のマッチモデルを用いることは困難である。従って、コンピュータについては日米とも計量経済学的に価格指数を算出するヘドニック法が用いられている。Jorgenson and Stiroh (2000)においては、米国において BEA が用いている価格指数のうち、特に通信機器とソフトウェアについては、上方バイアスがかかっていると指摘している。通信機器については、従来型のマッチモデルが用いられており、またソフトウェアについては、パッケージソフトはヘドニック法による価格指数が用いられているが、大きなシェアを占める受注ソフトはコスト積み上げ方式となっている。このような価格指数の問題がどの程度推計結果に影響を及ぼすか、Jorgenson and Stiroh (2000)では、影響度分析が行われている。表5は今回分析に用いた WPI をベースとした価格データと米国のオフィシャル統計(BEA) Jorgenson and Stiroh (2000)がシミュレーションに用いた価格指数 (case1 と case2) を比較したものである。

表5：日米の価格データの比較

	日本 (WPIベース)		米国 (BEA) (case1) (case2)		
	1980-90	1990-00	1990-98	1990-98	1990-98
コンピュータ	-7.0%	-7.2%	-19.5%	-19.5%	-19.5%
通信機器	-2.8%	-3.1%	-2.0%	-10.7%	-17.9%
ソフトウェア	4.1%	1.1%	-1.7%	-10.1%	-16.0%

日銀が作成している WPI はパソコンについてはヘドニック法が用いられているものの、汎用コンピュータについては従来型のマッチモデルが利用されている。その影響もあり、米国 BEA の統計と比較しても下落幅が小さくなっている。通信機器については、WPI は BEA によるものよりも少し価格下落のスピードが速くなっており、両方とも従来型のマッチモデルを用いているが日本の WPI の方がより詳細は品目ベースで行っており、精度が高い可能性がある。最後に、ソフトウェアの価格指数として今回用いた日銀の CSPI は、受注ソフトのコスト積み上げ方式による価格指数が作成されており、労働生産性の伸びがないものと仮定されている。米国の BEA データについては、コスト積み上げ方式の受注ソフトとヘドニック法によるパッケージソフトの加重平均となっており、やや価格の下落が見られる。

価格指数に上方バイアスがかかっていると実質価格で評価する資本ストックの推計に下方バイアスがかかる。これによって、資本サービスの寄与度が本来と比べて低くなると最終的には TFP が高めに推計されてしまうこととなる。この影響がどの程度のものか判断するために、今回の推計期間を通じてコンピュータ、通信機器及びソフトウェ

アの価格が BEA 統計、ケース 1、ケース 2 のそれぞれのペースで下落した場合の結果についても推計を行った。その結果は表 6 のとおりである。

表 6：価格指数に関する影響度分析結果

	WPI (Japanese Official Data)			BEA (US Official Data)		
	1975-90	1990-95	1995-00	1973-90	1990-95	1995-00
Gross Domestic Output	4.33%	1.69%	1.45%	4.33%	1.69%	1.45%
Contribution of IT Capital Services	0.28%	0.15%	0.51%	0.44%	0.36%	0.59%
Computers	0.16%	0.09%	0.24%	0.28%	0.25%	0.29%
Software	0.07%	0.02%	0.12%	0.10%	0.07%	0.15%
Communications Equipment	0.06%	0.04%	0.15%	0.06%	0.04%	0.15%
Contribution of non-IT Capital Services	1.91%	1.01%	0.34%	1.90%	1.00%	0.34%
Contribution of Labor Services	1.42%	-0.04%	-0.14%	1.42%	-0.04%	-0.14%
Total Factor Productivity	0.71%	0.57%	0.74%	0.56%	0.37%	0.66%

	Jorgenson&Stiroh: Case1			Jorgenson&Stiroh: Case2		
	1975-90	1990-95	1995-00	1973-90	1990-95	1995-00
Gross Domestic Output	4.33%	1.70%	1.47%	4.33%	1.70%	1.49%
Contribution of IT Capital Services	0.54%	0.49%	0.78%	0.63%	0.60%	0.93%
Computers	0.28%	0.25%	0.29%	0.28%	0.25%	0.29%
Software	0.15%	0.15%	0.28%	0.20%	0.22%	0.38%
Communications Equipment	0.11%	0.09%	0.21%	0.16%	0.13%	0.26%
Contribution of non-IT Capital Services	1.90%	1.00%	0.34%	1.90%	1.00%	0.34%
Contribution of Labor Services	1.42%	-0.04%	-0.14%	1.42%	-0.04%	-0.14%
Total Factor Productivity	0.46%	0.25%	0.49%	0.38%	0.14%	0.36%

情報化投資財の価格低下率が大きくなると情報化関連ストックの寄与度が大きくなり、その分 TFP の伸び率が縮小する。また、アウトプットについても伸び率がやや上昇しているが、これは家計部門における耐久消費財の資本サービス額のうち情報化関連ストック分が増加しているためである。

TFP に対する影響度としては、情報化関連ストックの寄与度が大きくなっている最近になる程大きくなっており、ケース 2 では 1995 年から 2000 年の TFP 伸び率が 0.74% であったものが 0.36% まで下がっている。このように情報化投資と生産性に関する分析を行う際は、価格データによるバイアスに注意することが必要である。ただし、日米の比較という観点からは、Jorgenson (2001) が BEA の価格データを用いていることから、BEA 価格を用いた推計結果を見るのが適当である。TFP の伸び率はやや縮小するものの、1990 年代後半の伸びは年率 0.66% となっており、米国と比べても遜色ないレベルであるといえることができる。

5. まとめと結語

1990 年代後半から米国において見られた旺盛な情報化投資に伴う労働生産性の伸びが日本においても観察されるかどうかマクロ経済で見た状況について分析を行った。その際には、日米における情報化投資に関する統計の整合化を行い、Jorgenson (2001) による米国における状況と比較可能な結果を算出した。また、TFP は、アウトプットから

各種生産要素の寄与度を差し引いた残差項であり、ある程度の統計上の誤差は免れ得ない。従って、いくつか統計上の誤差が生じうる点についてはその影響度分析を行った。

結果としては、米国において見られた 1990 年代後半における情報化投資の進展と生産性の伸び率上昇という現象は日本においても起こっていることが判明した。ただし、米国においては経済成長率が大幅に上昇している中で起きている現象であるのに対して、日本では 1990 年代になって経済成長率が大幅に低下し、労働投入がマイナスになるというデフレ的な状況の中で起きているという点が対照的である。生産性の上昇の要因が情報化投資によるものかどうかといった因果関係については、今回の分析結果から判断することはできない。しかしながら、マクロに見た生産性の向上は、中長期的な日本の経済成長を考える上でも明るい話題である。

今後の検討課題としては、今回のマクロの分析を産業別に見ていくことが重要である。マクロで見た TFP の上昇は、IT 産業を中心とする特定の産業の TFP の上昇によるものなのか、あるいは IT 産業における生産性の向上が、それを利用しているユーザー産業の生産性にも現れる外部効果によるものなのか分析することは政策的にも重要な課題である。ただし、産業別に分析を行う際には、生産性を計測する際の統計上の問題がより大きく影響してくる。例えば、サービス産業は製造業と比較して生産性の伸びが低いとされているが、統計上の問題も大きいのではないかという問題は古くから指摘されているが、十分な回答が得られている状況ではない。情報化投資との関係では、サービス業の中でも特に情報化資本装備率の高い金融関係は、特にそのアウトプットとしての統計に関する問題が指摘されている分野である。⁷

産業別分析の統計上の問題を回避する方法として、企業レベルの分析を行うということも考えられる。業種別に情報化と生産性の関係を比較するのではなく、同一業種内の企業を比較することができるからである。Brynjolfsson and Hitt (1995)は企業レベルによる情報化と生産性の分析の先駆的な研究であるが、最近は企業組織や企業の人材育成戦略との関係で情報化投資の効果が影響を受けるといった企業戦略に関する分析も進んでいる。(Bresnahan et. al. (2000)) また、情報化投資は CAD/CAM のように製造現場で使われるものから ERP のように事務部門を中心としたアプリケーションまで幅広いものを含んでおり、生産性に対する効果はアプリケーションによって異なることも分かっている。(Motohashi (2001)) このように、IT に関する経済分析は様々な視点から進んできているが、それ以上のペースで技術革新が進んでおり新たな Research Question が生まれている分野でもある。生産性に関する統計的欠陥を補うために、企業レベルのミクロな分析とマクロな計量分析の両面から情報化投資による経済構造の変革のメカニズムを明確にする分析を行っていくことが重要である。

⁷ 情報化と生産性の問題で最初のサービス業の統計の問題を指摘したのは、Griliches(1992)である。これまで金融業の生産性については NBER や Brookling Institution 等によって数々のワークショップが開かれている。

別紙1 資本財品目別投資額・価格データの推計方法

本研究においては、産業連関表において資本財を算出する行部門について、1970年から1995年までの5年おきの産業連関表（基本表）のすべてに共通した部門分類を作成し、当該部門の公的資本形成、民間資本形成及び家計消費をデータベース化した。詳細については、以下のとおりである。

1. 資本財に係る共通部門分類の作成

1970年から1995年の5年おきに整備されている資本マトリックスにおける行部門について、接続産業連関表のコンバータ情報等を参考にしながら、部門分類の時系列接続を実施。今回分析で用いる投資系列の部門分類は付表1-1（資本形成関係）及び付表1-2（耐久消費財関係）のとおりである。

2. 名目データの推計

- ・ 70, 75, 80, 85, 90, 95年のそれぞれのベンチマーク年において上記の共通分類に従って公的資本形成、民間資本形成及び家計消費データを算出。
- ・ 年次データについては毎年の産業連関表（延長表）のデータを活用。ただし、延長表データとベンチマーク年データ（例えば85年基準の90年延長表と90年基本表データ）はズレが生じることからその段差を処理することが必要。段差修正の方法については以下のとおり。
 - (1) 最終需要合計データで段差を5年間定率で吸収。
 - (2) 上記の各年における最終需要合計データ-輸出+輸入から国内最終需要を算出。（貿易統計については基本表と延長表で同じデータを用いていることから延長表データが正しいものと仮定。）
 - (3) 生産者価格から購入者価格への変換：ベンチ年における国内最終需要について購入者価格/生産者価格比率を算出し、中間年については変化率一定として、各年の購入者価格ベースの国内最終需要額を算出。
 - (4) 需要項目への分割：ベンチ年における家計消費、民間資本形成、公的資本形成のそれぞれが国内最終需要に占める割合を算出。中間年については、それぞれの割合が定率で変化するものと仮定し、毎年の国内最終需要データを需要項目別に分割
 - (5) なお、97年までは延長表を用いて推計を行い（上記の年次推計のプロセスにおいて必要に応じて90-95年の伸び率を用いて97年まで外挿）、98年から2000年データについては経済産業省の全産業供給指数の伸び率を用いて97年データをベースに推計。

3 . デフレータの作成

- ・ 公的資本形成及び民間資本形成については 95 年基準の WPI をベースとして、70 年まで遡及データを作成。耐久消費財については対応する品門の CPI を用いて同様の処理を行った。
- ・ WPI(又は CPI)の方がより詳細なデータを提供し、投資額系列分類に統合する必要性が生じた場合については、それぞれの WPI(又は CPI)の基準年におけるウェイトを用いて統合した。
- ・ 対応する WPI(又は CPI)が存在しないものについては、産業連関表ベースのインプリシットデフレータ（名目表と実質表から算出したもの）を活用。

付表1 - 1 : 資本形成 (民間、公的) に係る品目分類

資本財名	IOコード(95年表)	民間	公的
かんきつ	114011		
りんご	114012		
その他の果実	114019		
その他の飲料用作物	115029		
その他の酪農生産物	121019		
その他の畜産	121099		
養蚕	122011		
網・網	1519011		
じゅうたん・床敷物	1519021		
衣服、寝具	1519021+1521011+1521021+1529011		
木製品、木製家具	1619099+1711011		
核燃料	2722041		
金属製品全般	2811011+2891011+2899021+2899099		
ボイラ・原動機	3011011		
運搬機械	3012011		
冷凍機・温湿調整装置	3013011		
ポンプ及び圧縮機	3019011		
機械工具	3019021		
産業用ロボット、特殊機械	3023011+3029099+3029041		
化学機械	3022011		
金属工作機械	3024011		
金属加工機械	3024021		
農業機械	3029011		
繊維機械	3029021		
食料品加工機械	3029031		
その他機械	3029091+3029092+3029093+3029094+3029095		
複写機、ワープロなど事務製品	3111011+3111091+3111092+3111099		
サービス製品(自販機など)	3112011+3112012+3113019		
娯楽用機器	3112012		
電気音響機器	3211011		
テレビラジオ	3211021		
ビデオ	3211031		
計算機および付属品	3311011+3311021		
通信機器(有線、無線)	3321011+3321021+3321099		
電子応用装置	3331011		
民生用電気機器	3212011		
電気計測器	3332011		
発電機器	3411011		
電動機	3411012		
開閉制御装置及び配電盤、変圧器・変電器	3411021+3411031		
その他の産業用重電機器	3411099		
電気照明器具	3421011		
乗用車、トラックなど	3511011+3521011+3541011+3531011		
鋼船	3611011		
その他の船舶	3611021		
鉄道車両	3621011		
航空機	3622011		
自転車	3629011		
産業用運搬車両	3629091		
カメラ、光学機器、時計	3711011+3711099+3712011		
理化学機械器具	3719011		
分析器・試験機・計量器・測定器	3719021		
医療用機械器具	3719031		
運動用品	3911021		
情報記録物	3919011		
住宅建築(木造)	4111011		
住宅建築(非木造)	4111021		
非住宅建築(木造)	4112011		
非住宅建築(非木造)	4112021		
農林関係公共事業	4131031		
鉄道軌道、電力施設などの土木建設	4132011+4132021+4132031+4132099		
ソフトウェア	8512011		
(注) 情報化関連投資			

付表 1 - 2 : 耐久消費財に関する部門分類と米国統計との対応関係

日本の対応品目 (95 年基本表行コード)	米国(Private Consumption Expenditure)
乗用車 (3511-011)	Autos
トラック・バスその他 (3521-011)	Trucks
二輪乗用車(3531-011)	
	Others (RVs)
木製家具・装備品(1711-011)	Furniture
木製建具(1711-021)	
金属製家具・装備品(1711-031)	
日用陶磁器(2531-013)	China, Glassware
複写機 (3111-011)	Other Durables
電子式卓上計算機 (3111-091)	
電子計算機 (3311-011)	Computers Computers peripheral equipment
電子計算機付属装置 (3311-021)	
通信機器 (3321011+3321021+3321099)	
ソフトウェア (8512011)	
ラジオ・テレビ受信機 (3211-021)	Video and Audio
ビデオ機器 (3211-031)	
電気音響機器 (3211-011)	
カメラ (3711-011)	Other
時計(3712-011)	
玩具(3911-011)	
運動用品(3911-021)	
楽器(3919-011)	
	Jewelry, Ophthalmic, Books and Maps, Wheel Goods

情報化関連投資

別紙2：ソフトウェアに関するデータの推計方法

1．ソフトウェアに関するデータの現状

企業の情報化投資にシフトするソフトウェア投資の割合は年々高まっており、ソフトウェア投資を正確に把握することは、情報化と生産性の関係について分析する際に重要になってきている。また、現在各国において導入が進んでいる 93SNA において、従来中間投入として取り扱われていた企業のソフトウェア投資が設備投資として取り扱われることとなり、各国においてソフトウェア投資に関するデータ整備が進んでいるところである。

ソフトウェアは、大きく パッケージソフト、受注ソフト、自社開発ソフトの3種類に分類されるが、現在、日本の GDP 統計においてソフトウェア投資として取り扱われているのは受注ソフトのみである。パッケージソフトについては企業の間接投入として取り扱われ、自社開発ソフトについては企業の生産活動のうち1つの独立したアクティビティとして取り扱われていない。これは、産業連関表においても同様である。一方で米国の GDP 統計においては、上記の3種類のソフトウェアがすべて投資として取り扱われており、日米比較を行う際にはこのような定義の違いに留意することが必要である。本稿においては、米国の GDP 統計をベースに推計されている Jorgenson グループによる分析結果と比較可能な分析を行うことを目的としていることから、パッケージソフトと自社開発ソフトについても独自に投資額の推計を行った。また、民間資本ストックと公的資本ストックでは資本サービス価格の算式が異なるため、それぞれをソフトウェアカテゴリ別に求めるとともに、家計部門の耐久消費財による資本サービスフローを算出するために個人消費分（パッケージソフトのみ）についても算出する必要がある。以下、それぞれについて 1970 年、1973 年～2000 年までの年次データの推計に関する方法論を示す。

2．ソフトウェアの推計方法

(1) 受注ソフト

受注ソフトウェアについては、我が国統計の 93SNA 移行に伴い 95 年の産業連関表(基本表)から資本形成として取り扱われている。また、基本表と同時に作成される 85-90-95 接続産業連関表においても、85 年まで遡って受注ソフトの資本形成が推計されているため接続産業連関表データをベンチマークとして、特定サービス産業実態調査(以下「特サビ実態」という。)等のデータを用いた年次推計を行った。具体的な手順としては以下のとおり。

- ベンチマーク推計（ベンチ年；1970年、75年、80年、85年、90年、95年）
- ・ 85年、90年、95年はソフトウェアの資本形成（85-90-95接続産業連関表）
- 70年、75年、80年については、産業連関表は行部門として情報サービス業（ソフト

ウェア+その他情報サービス)が存在するが、受注ソフトも中間投入として取り扱われている。また、特サビ実態は84年以降、受注ソフトとパッケージソフトを分割計上しているが、73年～83年はソフトウェア合計のみである。

- ・まず、75年及び80年の推計方法は、
 - I. 特サビ実態より、情報サービス業全体の売上に占めるソフトの割合を計算。
 - II. Iで求めた割合をつかって、10の情報サービス業の民間最終需要から10ベースのソフトにかかる民間最終需要を求める。
 - III. 83年以前の特サビ実態では受注ソフトとパッケージソフトが分かれていないので、83年の特サビ実態の受注ソフトとパッケージの比率を代用してソフト全体から受注ソフト分を推計。
- ・また、70年については特サビデータが存在しないので、産業連関表による70年と75年の「調査・データ処理・計算サービス」の国内生産の伸び率を用いて、上記の75年の受注ソフトの推計値から算出。

年次推計

- ・各年における産業連関表(延長表)を使用活用。ただし、85年基準以前の延長表の情報サービス国内生産データは、90年基準以降と推計方法が違うことに注意。つまり、70年～85年基準の延長表は(事業所統計の事業者数)×(特サビの1事業所あたり出荷額)から推計。それに対して90年基準以降の延長表は(サービス業基本調査:89年から開始)×(特サビ出荷額の伸び率)で推計。受注ソフトの年次推計は、この推計方法と生後的に実施。
- ・85年-2000年:それぞれのベンチ年から特サビ実態の受注ソフト売上高の伸び率を用いて推計。
- ・73年-84年:事業所数については事業所統計データを伸び率一定で年次補間推計し、それに特サビによる事業所あたり出荷額を乗じることによって推計。ただし、特サビの82年以前は受注ソフトとパッケージソフトの分割が行われていないので、82年以前のデータについては83年の受注ソフト比率を活用。
- ・延長推計値と5年毎のベンチマーク値は異なることから、ベンチマークに併せて年次推計値を誤差率(伸び率)一定として補正。(段差修正)。
- ・最後にこれらのデータは生産者価格評価となっていることから購入者価格への変換を行った。ソフトウェアに関する流通マージンに関するデータは95年表からしか存在しない(それまではサービスとして流通マージンは0とされる)ことから、95年表の資本形成におけるソフトウェアの購入者価格/生産者価格(1.0014)を用いてすべてのデータを補正。

民間資本形成と公的資本形成への分割

- ・85年から95年までの間は85-90-95年産業連関表接続表における分割比率から定率で年次分割比率を算出。

- ・ 84年以前の産業連関表においては、情報サービス部門の中間投入に関するデータが存在。受注ソフトデータの民間、公的への分割は、当該データの中間投入における分割比率を活用。なお、当該データには受注ソフトの他、パッケージソフトやソフトウェア以外の情報サービスに関するデータも含まれるが、85年データの公的部門比率は受注ソフトで10.1%、パッケージソフトで12.1%とほぼ同じであったことからこの推計方法を選択。
- ・ 96, 97年は95年基準の延長表において分割比率は存在。また、98～2000年は97年の値を用いた。

(2) パッケージソフト

- ・ パッケージソフトは95年産業連関表(基本表)においても中間投入として取り扱われている。以下、受注ソフトと同様に5年毎のベンチマーク年と年次データのそれぞれの推計方法について示す。
ベンチマーク推計(ベンチ年; 1970年、75年、80年、85年、90年、95年)
- ・ 85, 90, 95年については、85-90-95年産業連関表接続表において受注ソフトが既に資本形成として取り扱われているため、ソフトウェアの中間投入はパッケージソフト分である。
- ・ 70, 75, 80年については、それぞれの年の産業連関表と特サビ実態を用いて受注ソフトと同じ方法で推計。なお、70年は、特サビにおいて受注ソフトとパッケージソフトの分割が行われていないので、75年データをベースに産業連関表における「調査・データ処理・計算サービス」の国内生産伸び率を用いて推計する方法も同様。
(受注ソフトの項目参照)

年次推計

- ・ 85年-99年:それぞれのベンチ年から特サビ実態のソフトウェアプロダクト(パッケージソフトに該当)の伸び率を用いて推計。
 - ・ 2000年:99年データをベースに特定サービス動態統計のソフトウェアプロダクトの伸び率を用いて推計。
 - ・ 73年-84年:受注ソフトの各年の推計方法と同様。(受注ソフトの項目参照)
 - ・ ベンチマーク値と延長推計値のズレについては、受注ソフトの項目で行った方法と同様に段差修正を実施。
 - ・ 生産者価格から購入者価格への変換を実施。変化率については95年基本表のソフトウェア中間投入合計の購入者価格/生産者価格比率(1.144)をすべての年に用いた。
- ### 政府と民間の分割
- ・ 産業連関表基本表における公的部門と民間部門の定義に従い(詳細については1995年産業連関表(総合解説編)参照)、85-90-95年接続表のソフトウェア中間投入からそれぞれの年の分割比率を算出。

- ・ 85, 90, 95年以外の年については、86年から94年の間は伸び率一定で中間補間、84年以前については85年の比率を用いた。また、96年、97年については、それぞれ95年基準の延長表データを用い、98年、99年、2000年については97年の比率を用いた。

家計消費の計算

- ・ 産業連関表においてソフトウェアの家計消費についてはそのすべてがパッケージソフトウェアであることが想定される。また、ソフトウェアの家計消費に関するデータは産業連関表以外には存在しないことから以下のとおり推計。
- ・ 85, 90, 95年については接続表からソフトウェア部門の家計消費を購入者価格に変換。(95年基本表における購入者価格/生産者価格比率:1.187を85年と90年に使用)
- ・ その他の年については、それぞれの区間の伸び率によって中間補間する他、85年から90年までの平均伸び率を使って70,73-84年を、90 - 95年の平均伸び率を用いて96年以降をそれぞれトレンドにより外挿。

(3) 自社開発ソフト

自社開発ソフトについては、情報処理実態調査において一部調査結果は存在するものの、日本においてマクロな推計が行われた例はない。前述したとおり米国においては、GDP統計に自社開発ソフトの推計値が取り入れられており、ここでは米国商務省経済分析局 (BEA: Bureau of Economic Analysis) における方法論を用いて日本における自社開発ソフトのマクロ推計を行った。なお、BEAによる推計方法の概要としては、以下のとおりである。⁸

- ・ ソフトウェアプログラマー・システムアナリストの数
- ・ 上記のプログラマー等におけるシステム開発に対するフルタイム換算(米国ではフルタイム換算値として0.5を採用)
- ・ プログラマー・SEの平均賃金と上記のフルタイム換算後の労働者数を乗じて総労働投入を算出
- ・ ソフトウェア開発には労働コストだけでなく、原材料や資本コストも必要となるので、労働コストを補正して総コストに変換

上記のうちフルタイム換算値については米国同様0.5を用いた。それ以外にそれぞれの項目について以下その方法論を述べる。なお、1970年の自社ソフト開発費については、プログラマー数を求める際に重要となる特サビ実態が存在しないので、75年データをベースに産業連関表の「調査・データ処理・計算サービス」の国内生産の伸び率から簡易推計を行った。

プログラマー・SEの数

A. ベンチマーク推計(ベンチ年; 1975年、80年、85年、90年、95年)

⁸ 詳細については、Parker and Grimm (2000)を参照。

- ・ 基本的な考え方としてはプログラマー等の総数から、ソフトウェア業者におけるプログラマー等（受注ソフトやパッケージソフトの開発に携わっていると考えられる）を引くことによって求める。
- ・ データとしては、国勢調査における職種別従業員数（95年データでは216部門）や国勢調査の1%任意抽出データから作成されている雇用マトリックス（職種別*産業別従業員数データ、95年データの産業分類は91部門）が存在する。また、特サビ実態から、ソフトウェア開発業者におけるプログラマー等の数も分かる。
- ・ 従って、ソフトウェア開発業に属さないプログラマーの数については、雇用マトリックスから直接求める方法と、国勢調査における総プログラマー数から録サビ実態におけるソフトウェア開発業者のプログラマー数を引く方法が存在する。雇用マトリックスは十分細かい分類で作成されていないことやプログラマー総数において国勢調査よりかなり少ない数となっていることから、後者の方法を用いている。
- ・ なお、95年データについては、情報処理技術者総数（国勢調査）が約60.4万人とソフトウェア開発業者におけるプログラマー等の数（特サビ実態調査）が約23.8万人で、その差は約36.6万人となる。
- ・ 本来は製品に体化されるソフトウェアを開発しているプログラマー（例えば半導体用ソフトウェア開発者）についても除外する必要がある。しかし、詳細な産業部門毎のプログラマー数に関する統計が存在しないことや雇用マトリックスで見た電機通信部門のプログラマー等の数は約3.4万人であり、調整率もそう大きくはないことが想定されることから、結論としてそのような調整は行っていない。

B. 年次推計

- ・ 国勢調査の実施されない年に関しては、SEやプログラマーの総数がわからないので、毎年行われる労働力調査の技術者の伸び率で、直近の国勢調査の値から延長した。その際、延長推計値と国勢調査値のズレについて一定比率で段差修正を実施。
- ・ ソフトウェア開発業者のSE・プログラマーの数については、毎年の特サビ実態を用いるが、1973年はSE・プログラマーの統計が存在しないことから74年の値を代用。また、2000年については特サビ動態の伸び率から推計。

SE・プログラマーの賃金

- ・ SE・プログラマーの賃金については、それぞれが属す産業の平均賃金を用いる方法とプログラマーという職種の平均賃金を用いる方法が存在する。
- ・ 従業員10人以上の事業所を対象に行われる賃金センサスによって産業別平均賃金と職種別平均賃金を比較すると、SE・プログラマーは他の職種と比べて比較的年齢が低く、平均賃金は同年代の他の職種と比較してやや高くなっている。これらの職種に属する従業員は、異なる産業間においても比較的均質は集団であることが考えられることから、ここでは、SE・プログラマーといった職種別の平均賃金を用いる

こととした。

- ・ 1995年-2000年：賃金センサスによるプログラマーとSEの平均賃金を特サビ実態のそれぞれの従業者数で加重平均した。
- ・ 94年以前：賃金センサスには、プログラマー、SE別の平均賃金が存在せず、男子についてはプログラマー、SE別の賃金、女子についてはこれらの平均賃金のみが存在。この期間においては、男子のプログラマーとSEの賃金比を用いて女子の平均賃金を分割し、特サビ実態の男女別、プログラマー・SE別従業員数で加重平均を行った。

人件費以外のファクターの調整

- ・ ソフトウェア開発には人件費以外にも原材料や資本減耗分等のコストがかかることから、最後にこれまで求めた人件費をベースにソフトウェア開発費の総額ベースへの補正が必要。
- ・ 基本的には産業連関表の情報サービス部門（列部門としてはソフトウェアと情報処理サービスが統合されている）の投入構造における人件費割合の逆数を乗じるイメージ。ただし、産業連関表の雇用者所得には、個人事業主や家族従業者お給料が算入されていないため、雇用表の総労働者数に占める雇用者数の割合をベースに雇用者所得を膨らます。その上で国内生産額における人件費割合を算出。
- ・ なお、1995年のデータについての、人件費から総額への割増倍率は2.53倍となり、そのうち中間投入0.98、資本コストの割合は1.55となっている。
- ・ また、これらの計算については雇用表が存在する5年おきに行うことが可能であるが、年次データの推計については5年おきにデータを線形補間することによって求めた。なお、雇用表が存在しない79年以前については80年の比率を、96年以降については95年の比率を用いた。

推計値の検証

- ・ 上記の推計プロセスによって得られた95年の自社開発ソフトの総額は約1.9兆円となった。これに対して今回の推計による受注ソフトの総額が約3.6兆円、パッケージソフトの総額が0.8兆円（家計分を含む）となっている。
- ・ また、民間資本形成と公的資本形成の分割については、データが存在しないことから自社開発ソフトはすべて民間資本形成とした。
- ・ 情報処理実態調査においてはソフトの開発プロジェクト件数をパッケージ、受注、自社開発の分類で調査しており、2000年調査によると、それぞれの比率が27%、24%、47%となっている。自社開発ソフトのプロジェクト件数が最も多くなっているが、一件あたりの規模がソフトウェア開発業者におけるプロジェクトと比較して小さいことが考えられることから、上記の推計による自社開発ソフトの規模は、オーダー的には妥当なものであるということが分かる。

付表 2 - 1 : ソフトウェア投資の推計結果

(単位：百万円)

	受注ソフト	パッケージ	自社開発	家計消費
1975	54,959	12,158	173,087	20
1976	68,271	15,096	213,246	31
1977	97,218	21,491	240,844	49
1978	122,090	26,973	267,498	76
1979	192,894	42,617	323,921	118
1980	269,102	59,432	384,699	183
1981	413,582	80,803	442,356	286
1982	613,496	121,285	565,399	445
1983	789,520	157,842	653,845	693
1984	1,150,902	195,904	865,570	1,079
1985	1,623,896	376,050	1,101,656	1,681
1986	1,878,080	421,088	939,932	2,619
1987	1,960,755	332,468	1,302,998	4,079
1988	2,597,804	501,133	1,238,253	6,354
1989	2,956,249	640,285	1,395,633	9,897
1990	3,266,059	876,394	1,224,414	15,416
1991	3,879,008	1,055,592	1,349,767	20,257
1992	4,092,692	956,205	1,450,975	26,618
1993	3,695,464	744,954	1,652,675	34,977
1994	3,354,326	692,806	1,723,595	45,961
1995	3,575,611	702,039	1,807,270	60,395
1996	4,093,054	744,893	1,968,146	79,361
1997	4,538,471	888,758	2,134,023	104,284
1998	5,860,178	913,102	2,618,229	137,033
1999	6,258,534	1,175,227	2,642,153	180,067
2000	6,497,791	1,303,502	2,859,914	236,615

別紙 3 : 税制を勘案した資本レンタル価格

今回の推計に用いた資本レンタル価格の算式については以下のとおりである。なお、野村(1998)のうち、各種取得税、特別償却制度、各種引当金・準備金の影響については無視した。また、税率に関するデータについては、KEOデータベース(慶応大学())における実行税率に関するデータを活用した。

- ・ 公的部門 (non-profit organization)

税制による影響を受けないことから以下のとおり。

$$P_{K,t} = P_{A,t-1}r_t + P_{A,t}\delta - (P_{A,t} - P_{A,t-1})$$

- ・ 家計部門 (household sector) :

固定資産税 (税率:) の影響を受けるだけであることから以下のとおり。

$$P_{K,t} = P_{A,t-1}r_t + P_{A,t}\delta - (P_{A,t} - P_{A,t-1}) + P_{A,t}\tau_t$$

- ・ 企業部門 (corporate sector) :

法人税 + 事業税 (u) と固定資産税 () の影響を受けるものとした。ただし、事業税については、すべての業種において課税ベースが法人税と同様であるものと簡略化した。

$$P_{K,t} = \left(\frac{1 - u_t z_t}{1 - u_t} \right) (P_{A,t-1}r_t + P_{A,t}\delta - (P_{A,t} - P_{A,t-1})) + P_{A,t}\tau_t$$

なお、z は当該資産の減価償却分を現在価値に割り戻したものである。なお、利子率 (r) が一定で、法定償却率を $\hat{\delta}$ とすると、

$$z = \frac{\hat{\delta}}{r + \hat{\delta}}$$

となる。

- ・ 在庫と土地は償却資産

上記の各式は償却資産に対するものであるが、在庫と土地についてはそれぞれ z と Z をゼロとおいたものとする。

参考文献

- 黒田(1989)、一般均衡理論の数量分析、岩波書店モダンエコノミクスシリーズ
慶応大学産業研究所(1996)、K E Oデータベース、慶応大学産業研究所K E Oモノグラフ
シリーズ No.8
- 経済企画庁調査局(2000)、IT化が生産性に与える効果について：日本版ニューエコノミ
ーの可能性を探る、政策効果レポート No.4、平成 12 年 10 月
- 日本銀行調査統計局物価統計課(2001)、物価指数の品質調整を巡って：卸売物価指数、
企業向けサービス価格指数における現状と課題、日本銀行調査統計局、Working
Paper 01-6
- 野村(1998)、資本サービス価格の計測、慶応大学産業研究所 1998 年 10 月
- Basu, S (1996), Procyclical Productivity: Increasing Returns or Cyclical Utilization?,
Quarterly Journal of Economics, Vol. 111, No. 3. pp. 719-751.
- Bresnahan, T., Brynjolffson, E. and L. Hitt (2000), IT, Workplace Organization and the Demand
for Skilled Labor: A Firm Level Analysis, *Quarterly Journal of Economics*,,
- Brynjolffson, E. and L. Hitt (1995), Information Technology as a Factor of Production, the Role
of Differences among Firms, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, pp.
183-199
- Griliches, Z. (1992), Introduction, in Z. Griliches ed. *Output Measurement in the Service Sector*,
Chicago Press.
- Ho, S. M., Jorgenson, D. W. and K. Stiroh (1999), US High-Tech Investment and the Pervasive
Slowdown in the Growth of Capital Services, September 29, 1999, mimeo
- Jorgenson, D. W. (2001), Information Technology and the US Economy, *American Economic
Review*, vol. 91, No. 1, March 2001
- Jorgenson, D. W. (1889), Capital as a Factor of Production, In *Technology and Capital
Formation*, Jorgenson and Landau ed., Cambridge, MA MIT Press
- Jorgenson, D. W. (1963), Capital Theory and Investment Behavior, *American Economic Review*,
vol. 57, No. 3, May 1963, pp. 217-224
- Jorgenson & Stiroh, “Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information
Age”, *Brooking Paper on Economic Activities*, 2001
- Motohashi, K. (2001), Economic Analysis of Information Network Use : Organizational
and Productivity Impacts on Japanese Firms, mimeo
- OECD (2000), OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-Level and
Aggregate Productivity Growth-Revision 2.2, OECD, Paris
- OECD (2001), The Impact of Information and Communication Technologies on Output Growth:
Issues and Preliminary Findings, DSTI/EAS/IND/SWP(2001)11

- Oliner & Sichel (2000), “The Resurgence of Growth in the Late 1990’s: Is Information Technology the Story”, FRB discussion paper, May 2000
- Parker, R. and B. Grimm (2000), Recognition of Business and Government Expenditure for Software as Investment: Methodology and Quantitative Impacts, 1959-98, BEA, US Department of Commerce
- Solow, R. M. (1963), A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, no. 1, February 1966, pp. 65-94
- Solow, R. M. (1957), Technical Change and the Aggregated Production Function, *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, No. 2, August 1957, pp. 312-320
- US Department of Commerce (2002), *Digital Economy, 2002*, US Department of Commerce, Economics and Statistics Administration